

D2



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 44 38 252 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
**B 60 T 13/66**  
B 60 T 8/18

(21) Aktenzeichen: P 44 38 252.9  
(22) Anmeldetag: 28. 10. 94  
(23) Offenlegungstag: 9. 5. 96

DE 44 38 252 A 1

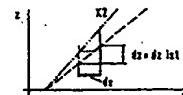
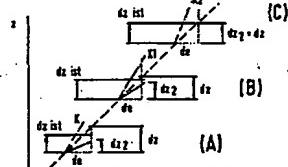
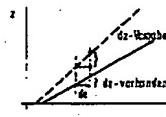
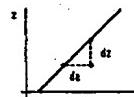
(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Stumpe, Werner, Dipl.-Ing., 70374 Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur elektronischen Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs

(57) Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektronischen Steuerung bzw. Regelung einer Bremsanlage eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei welcher zur Minimierung der Längskräfte zwischen einem Zugfahrzeug und einem Anhänger während eines Bremsvorgangs die Abbremsungskennlinie des Anhängers an eine vorgegebene Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs angepaßt wird, derart, daß die Abbremsung des gesamten Zuges entsprechend der vorgegebenen Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs erfolgt.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingesetzten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 96 602 018/19

DE 44 38 252 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektronischen Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs.

Eine elektronische Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs ist aus der DE 42 10 576 C1 bekannt. Diese beschreibt die Bestimmung von Bremskennwerten zur Optimierung der elektronischen Steuerung der Bremsanlage und damit des Bremsvorgangs, wobei insbesondere Längskräfte in einem LKW-Gespann mit Zugfahrzeug und Anhänger minimiert oder zumindest reduziert werden sollen. Dazu wird zu verschiedenen Meßzeitintervallen mit unterschiedlicher Bremsdruckverteilung der effektive Bremsdruck an den betrachteten Achsen des Gespanns sowie aus Bremsverzögerung und Gesamtmasse des Gespanns die Trägheitskraft des Gespanns bestimmt. Der Bremskennwert als Verhältnis der im Reifenaufstandpunkt erreichbaren Bremskraft und dem Bremsdruck in den Bremszylindern wird dann durch Gleichsetzen der errechneten Trägheitskraft und der Summe der Bremskräfte ermittelt und bei der Steuerung der Bremsanlage im Sinne einer Minimierung bzw. Reduzierung der Längskräfte im Gespann berücksichtigt. Bei dieser aufwendigen Vorgehensweise sind zur Optimierung des Bremsvorgang im Sinne einer Minimierung bzw. Reduzierung der Längskräfte in einem Gespann drei Meßzeitintervalle mit unterschiedlicher Bremsdruckverteilung notwendig, während der die Bremskräfte sowohl des Anhängers als auch im Bereich des Zugfahrzeugs herangezogen werden. Eine speziell auf den Anhänger abgestimmte Optimierung mit der Möglichkeit einer schnellen und genauen adaptiven Korrektur der Steuerung bzw. Regelung der Bremsanlage im Sinne einer Reduzierung bzw. Minimierung der Längskräfte zwischen Zugfahrzeug und Anhänger wird nicht erreicht.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen zur Minimierung bzw. Reduzierung der Längskräfte zwischen einem Zugfahrzeug und einem Anhänger anzugeben, die die obengenannten Nachteile nicht aufweisen.

Dies wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ermöglicht eine wirksame Minimierung bzw. Reduzierung der Längskräfte zwischen Zugfahrzeug und Anhänger beim Bremsvorgang. Das dabei angewendete Korrekturverfahren gleicht die Abbremsung des Anhängers an die Abbremsung des Zugfahrzeugs an, wobei eine Adaption der Steuerung während des Fahrbetriebs auf einfache Weise ermöglicht wird.

Das verwendete Korrekturverfahren ist dabei in vor teilhafter Weise speziell auf die Anpassung der Abbremsung des Anhängers ausgerichtet. Eine Erfassung des Bremsverhaltens des Zugfahrzeugs ist nicht erforderlich.

Besonders vorteilhaft ist, daß im Rahmen des Korrekturverfahrens auch der individuelle Lastzustand des Zugfahrzeugs berücksichtigt wird.

In besonders vorteilhafter Weise kann das Verfahren sowohl für Deichsel- als auch für Sattelzüge, ferner auch bei wechselnden Gespannzusammenstellungen einge-

setzt werden.

Es ist besonders vorteilhaft, daß eine elektronische Signalverarbeitung nur auf dem Zugfahrzeug erforderlich ist, so daß auch ein konventionell gebremster Anhänger ankoppelbar ist.

Dabei ist ein besonderer Vorteil, daß auf Sensoren zur Erfassung der Koppelkräfte zwischen Zugfahrzeug und Anhänger verzichtet werden kann.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Ansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei werden in Fig. 1a und b zwei Ausführungsformen einer elektronisch steuerbaren bzw. regelbaren Bremsanlage eines Zugfahrzeugs dargestellt. In Fig. 2 ist die erfindungsgemäße Vorgehensweise an hand von Diagrammen, in den Fig. 3 und 4 anhand von Flußdiagrammen, welche die Realisierung als Rechnerprogramm skizzieren, verdeutlicht.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

In Fig. 1a ist eine elektronisch gesteuerte bzw. geregelte Bremsanlage eines Fahrzeugs dargestellt. Dabei ist ein elektronisches Steuergerät 10 vorgesehen, welches über eine Leitung 12 mit einem vom Fahrer betätig baren Bremssignalgeber 14 verbunden ist. Über ein Kommunikationssystem 16 ist das elektronische Steuergerät 10 mit Druckregelmodulen 18, 20, 22, 24 sowie 26 verbunden. Die Druckregelmodule 18, 20, 22 und 24 sind jeweils den Bremszylindern 28, 30, 32 sowie 34 von vier Rädern bzw. Radgruppen 36, 38, 40 sowie 44 eines Zugfahrzeugs zugeordnet. Die Druckregelmodule 18 und 20 steuern den Druck in den Radbremszylindern 28 und 30 der Vorderräder 36 und 38 des Zugfahrzeugs, die Druckregelmodule 22 und 24 den Druck in den Bremszylindern 32 und 34 der Hinterräder 40 und 44. Dabei wird jeweils das Druckmittel von Vorratsbehältern 46 bzw. 50 über vorzugsweise pneumatische Leitungssysteme 48 bzw. 52 in die Bremszylinder 28 und 30 bzw. 32 und 34 eingesteuert. Das Druckregelmodul 26 beeinflußt das über den Kupplungskopf 56 dem Anhänger zugeführte pneumatische Bremssignal, wobei es neben dem Kupplungskopf 56 über ein vorzugsweise pneumatisches Leitungssystem 57 mit einem Vorratsbehälter 54 sowie mit dem Kupplungskopf 58 für die Vorratsleitung des Anhängers verbunden ist. Die Druckregelmodule 18 bis 26 umfassen ferner Meßeinrichtungen zur Erfassung des Drucks in den Radbremszylindern bzw. im Druckregelmodul, wobei die jeweils erfaßten Meßwerte über das Kommunikationssystem 16 dem elektronischen Steuergerät 10 übermittelt werden. Ferner ist eine Ausgangsleitung 60 des elektronischen Steuergeräts 10 vorgesehen, welches zum Kupplungskopf 62 für die elektrische Versorgung des Anhängers und die Übermittlung des elektrischen Bremssignals dient. Jedem Rad sind Drehzahlfühler 64, 66, 68 und 70 zugeordnet, welche über die Leitungen 72, 74, 76 sowie 78 oder gegebenenfalls über das Kommunikationssystem 16 mit dem elektronischen Steuergerät 10 verbunden sind. Diesem ist ferner die Leitung 80 zugeführt, welche das Steuergerät 10 mit weiteren Meßeinrichtungen 82 beispielsweise für die Achslast, den Bremsenverschleiß und/oder die Bremstemperatur verbindet.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird abhängig vom Betätigungsgrad des Bremsignalgebers 14 bzw. von dessen Betätigungsgrad ein Bremsignal e im elektronischen Steuergerät 10 gebildet, welches anhand speziell angepaßter Kennlinien in ein Solldrucksignal für jeden Radbremszylinder umgesetzt wird. Die Druckregelmodule 18, 20, 22, 24 regeln beim Bremsvorgang den Druck in den zugeordneten Radbremszylindern entsprechend dem Solldruck ein. In analoger Weise gibt die elektronische Steuereinheit 10 über die Leitung 16 einen Sollwert für den Druck in den Radbremszylindern des Anhängers ab, welcher vom Druckregelmodul 26 eingeregelt wird. Dieses gibt über den Kupplungskopf 56 das pneumatische Bremsignal an die Bremsanlage des Anhängers ab. Verfügt der Anhänger über eine eigene elektronische Steuereinrichtung zur elektronischen Steuerung bzw. Regelung seiner Bremsanlage, gibt das elektronische Steuergerät 10 über den Kupplungskopf 62 ein Maß für den Drucksollwert oder ein Maß für das Bremsignal e an das elektronische Steuergerät des Anhängers ab. Dieses regelt die Bremsanlage des Anhängers entsprechend.

Neben der beschriebenen reinen Regelung des Bremsdruckes kann in anderen vorteilhaften Ausführungsbeispielen eine Regelung des Bremsmoments oder der Bremskraft überlagert sein.

Die nachfolgend beschriebene erfindungsgemäße Vorgehensweise ist nicht nur bei der in Fig. 1a beschriebenen elektronisch gesteuerten bzw. geregelten Bremsanlage anwendbar, sondern kann in vorteilhafter Weise auch bei einer konventionellen Bremsanlage mit einem ABS-Steuergerät angewendet werden. Eine derartige Bremsanlage wird dazu um eine Druckregelung im Anhängersteuerventil erweitert. Eine solche Bremsanlage ist in Fig. 1b dargestellt.

Dabei sind die bereits anhand von Fig. 1a beschriebenen Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen. In Fig. 1b ist eine zweikreisige Bremsanlage dargestellt. In einem ersten, vorzugsweise pneumatischen, mit einem Vorratsbehälter 108 versehenen Bremskreis 100 steuert das Betriebsbremsventil 102 über einen achslast-abhängigen Bremskraftregler 104 den Bremsdruck in den Bremszylindern 32 und 34 der Hinterachse. In einem zweiten, ebenfalls vorzugsweise pneumatischen, mit einem Vorratsbehälter 110 versehenen Bremskreis 106 wird der Druck in den Radbremszylindern 28 und 30 der Vorderachse des Zugfahrzeugs abhängig von der Betätigung des Betriebsbremsventils 102 gesteuert. Den Radbremszylindern 28, 30, 32 und 34 sind über nicht dargestellte Ansteuerleitungen elektrisch betätigbare Drucksteuerventile 112, 114, 116 und 118 zugeordnet, die vom elektronischen Steuergerät 10 zur ABS-Regelung den in die Radbremszylinder eingesteuerten Druck modulieren. Dem Anhänger wird vom Vorratsbehälter 54 über ein weiteres Druckregelmodul 120 und den Kupplungskopf 58 Vorratsdruck zugeführt, über den Kupplungskopf 56 die pneumatischen Bremssignale der beiden Bremskreise. Eine Ansteuerleitung 122 führt vom Steuergerät 10 zum Druckregelmodul 120, durch welches das elektronische Steuergerät das dem Anhänger zugeführte pneumatische Bremsignal (Druck) entsprechend der erfindungsgemäßen Vorgehensweise zur Minimierung bzw. Reduzierung der Längskräfte während des Bremsvorgangs beeinflußt. Dazu gibt das elektronische Steuergerät 10 einen gemäß der erfindungsgemäßen Vorgehensweise korrigierten Solldruck für das pneumatische Bremsignal vor, welcher vom Druckregelmodul 120 im Rahmen eines Druckregelkreises ein-

geregelt wird.

Wird ein LKW mit Anhänger abgebremst, wird bei den beschriebenen Bremsanlagen vom Zugfahrzeug zum Anhänger ein Bremsignal e übertragen. Dabei wird das Zugfahrzeug mit der Bremskraft B1 der Bremsanlage des Zugfahrzeugs, der Anhänger mit der Bremskraft B2 der Bremsanlage des Anhängers abgebremst. Der zusammengekoppelte Zug wird demnach durch die Summe dieser Bremskräfte (B2 + B1) abgebremst. Es ist nun Ziel der Steuerung BZW: Regelung der Bremsanlage eines derartigen Zuges, daß bei einem definierten Bremsignal e das Zugfahrzeug und der Anhänger eine vorgegebene Abbremsung z erreichen. Dabei bezeichnet die Abbremsung z das Verhältnis aus Bremskraft b zum Gewicht g des Zuges bzw. nach Umformung das Verhältnis der Verzögerung b zur Erdbeschleunigung g. Eine definierte Zuordnung des Bremssignals e zur Abbremsung z ist in Fig. 2a dargestellt. Die beispielhaft eingezeichnete Erhöhung des Bremssignals um den Wert dz führt demnach zu einer Erhöhung der Abbremsung um den Wert dz.

Würden die beiden einzelnen Fahrzeuge, Zugfahrzeug und Anhänger, jeweils die gleiche Zuordnung von Bremsignal und Abbremsung einhalten, dann wäre auch die Abbremsung des zusammengekoppelten Fahrzeugs wie in Fig. 2a dargestellt. Dies bedeutet, daß beim zusammengekoppelten Fahrzeug die Änderung des Bremssignals eine Änderung der Abbremsung um dz nach sich zieht.

In der Realität tritt dieser ideale Zustand praktisch nicht auf. Hier unterscheiden sich die Bremswirkungen von Zugfahrzeug und Anhänger (vgl. Fig. 2b). Die Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs (in Fig. 2b strichiert dargestellt) ist im wesentlichen durch die Auslelung der Bremsanlage und das Gewicht des Fahrzeugs vorgegeben. Im Idealfall soll der gesamte Zug diese Abbremsungskennlinie aufweisen. Bei einer Änderung des Bremssignals e um den Faktor dz ist eine Änderung der Abbremsung z bzw. der Verzögerung b gemäß der Vorgabekennlinie um den Faktor dz-vorgabe zu erwarten. In Wirklichkeit erreicht die abzubremsende Anhängermasse als Einzelfahrzeug nicht diese ideale Zuordnung. Die Verzögerung der abgebremsten Masse des Anhängers weicht von der vorgegebenen ab. Das Gesamtfahrzeug zeigt daher die in Fig. 2b durchgezogene Abbremsungskennlinie. Eine Änderung des Bremssignals e um den Wert dz führt nicht zu einer Änderung der Abbremsung um den Wert dz-vorgabe, sondern zu einer im Beispiel nach Fig. 2b geringere Verzögerung dz vorhanden. Durch die unterschiedliche Abbremsungskennlinie von Zugfahrzeug und Anhänger treten zwischen den beiden Fahrzeugteilen unerwünschte Kopplkräfte auf, deren Reduzierung bzw. Minimierung eine erhebliche Verbesserung des Bremsvorgangs bedeutet. Die Ursache für die unterschiedlichen Abbremsungskennlinien liegt insbesondere in der unterschiedlichen Bremsenabstimmung der verschiedenen Fahrzeughersteller, in Laständerungen (Gewicht) oder in Reibwertschwankungen der Radbremsen.

In der Steuereinheit 10 des Zugfahrzeugs ist wenigstens eine experimentell bestimmte Sollabbremsungskennlinie vorgegebenen. Im einfachsten Fall wird der Zusammenhang durch eine linearen Kennlinie beschrieben. In anderen Ausführungsbeispielen kann diese Kennlinie auch andere funktionale Zusammenhänge aufweisen. In einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist ein Kennfeld vorgesehen, in dem verschiedene Sollabbremsungskennlinien abhängig von der

Zuladung des Fahrzeugs (Achslast) des Fahrwiderstandes (Geschwindigkeit), des Bremszustandes (Belastungsdicke) und/oder der Straßenbedingungen (Reibwert, Steigung/Gefälle) gespeichert sind.

Erfindungsgemäß wird der Abbremsungsverlauf den Anhängers an den des Zugfahrzeugs angepaßt, so daß im Idealfall die Abbremsung des gesamten Zuges dem des Zugfahrzeugs entspricht. Dies führt automatisch zu einer Minimierung der Längskräfte während des Bremsvorgangs. Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand der in Fig. 2c dargestellten Zusammenhänge skizziert. Es wird dabei angenommen, daß das Zugfahrzeug den strichiert dargestellten linearen Abbremsungsverlauf besitzt. Dieser Abbremsungsverlauf wird vorgegeben. Beim Bremsvorgang wird in einem ersten Betriebspunkt (A) davon ausgegangen, daß Zugfahrzeug und Anhänger den vorgegebenen Abbremsungsverlauf besitzen. Es wird daher bei einer Änderung des Bremssignals um  $dz$  eine Änderung der Abbremsung des gesamten Zuges um  $dz$  erwartet. Da in der Regel der Anhänger eine von der vorgegebenen Zuordnung abweichende Zuordnung aufweist (vgl. in Fig. 2c die zu den Betriebspunkten A, B oder C eingezeichneten durchgezogenen Teilkennlinien), die bei einer Änderung des Bremssignals  $e$  um  $dz$  zu einer Änderung der Abbremsung um  $dz_2$  führt, wird für den gesamten Zug bei der Änderung des Bremssignals  $e$  um den Faktor der lediglich eine Zugabbremsung von  $dz_1$  erreicht. Aus der vorgegebenen Abbremsung und der aus den Drehzahlsignalen der Räder ermittelten Istabbremsung läßt sich nun ein Korrekturfaktor  $K_1$  für das dem Anhänger zugeführte Bremssignal ermitteln, welches die Bremsenregelung bzw. -steuerung des Anhängers derart korrigiert, daß im entsprechenden Betriebspunkt der gesamte Zug bei Änderung des Bremssignals um  $dz$  die vorgegebene Abbremsung  $dz$  erreicht. Die Ausgabe des Bremssignals  $e$  an den Anhänger wird bei einer nachfolgenden Druckänderung um den Faktor  $K_1$  korrigiert (Betriebspunkt B), während das Zugfahrzeug weiterhin auf der Basis des ursprünglichen Bremssignals  $e$  gebremst wird. Entspricht die Abbremsung im Betriebspunkt B noch nicht der Vorgabe  $dz$ , wird der Korrekturfaktor erneut berechnet ( $K_2$ ) und das Bremssignal  $e$  zum Anhänger bei weiterem Druckaufbau korrigiert (Betriebspunkt C). Wird bei der Korrektur mit  $K_2$  die gewünschte Abbremsung erreicht, dient dieser Korrekturfaktor bei linearem Abbremsverhalten für zukünftigen Bremsungen. Weicht die Abbremsung von dem Sollverhalten ab, wird der Korrekturfaktor erneut bestimmt. Dies wird in Fig. 2d dargestellt. Dabei habe der Korrekturfaktor  $K_2$  die Folge, daß bei einem Bremsvorgang die Zugabbremsung nicht von der gewollten Abbremsung abweicht, so daß für den gesamten Zug die vorgegebene Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs gilt. Dies wird erreicht durch eine Korrektur der Abbremsungskennlinie des Anhängers (vgl. Fig. 2d, strichpunktiert), ohne daß Daten vom Anhänger vorliegen. Durch die Anpassung der Abbremsungskennlinien von Zugfahrzeug und Anhänger werden beim Bremsvorgang die Längskräfte minimiert und der Bremsvorgang optimiert. Dabei kann auf eine aufwendige Sensierung der Koppelkraft zwischen Zugfahrzeug und Anhänger verzichtet werden.

Diese Vorgehensweise kann für alle Betriebspunkte, d. h. für jedes Bremssignal  $e$ , durchgeführt werden. So mit ergeben sich in den unterschiedlichen Betriebspunkten A, B und C unterschiedliche Korrekturfaktoren ( $K_1$ ,  $K_2$ ). Dies bedeutet für die Bremsanlage des Anhängers,

dafür in jedem Betriebspunkt die Abbremsungskennlinie korrigiert wird.

Die beschriebene Korrektur findet dabei über den gesamten Bremssignalbereich statt. Es kann daher für jeden Bremssignalwert der passende Korrekturfaktor ermittelt werden, so daß die Abbremsungskennlinie des Anhängers adaptiv für jeden Betriebspunkt der Bremsanlage ermittelt werden kann. Ferner wird in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel die Korrektur nicht nur für jeden Bremssignalwert bzw. für ausgewählte Stützstellen des Bremssignalwerts durchgeführt, sondern auch für verschiedene Werte der Achslast, der Geschwindigkeit und/oder des Fahrbahnzustandes. Ergebnis ist ein adaptives Kennfeld, mit dessen Hilfe die Abbremsung des Anhängers in jedem Betriebszustand an das Abbremsungsverhalten des Zugfahrzeugs angepaßt wird.

Die adaptiv ermittelten Korrekturwerte sind dabei für mehrere Bremsungen verwendbar. Eine nachfolgende Bremsung kann von dem letzten Korrekturwert ausgehen. Eine neue Anpassung der Korrekturwerte kann dabei nach längeren Stillstandszeiten erforderlich werden, weil sich zwischenzeitlich wesentliche Größen verändert haben können (beispielsweise die Masse des Anhängers oder die Reibwerte der Radbremsen). In vorteilhafter Weise werden die ermittelten Korrekturwerte dauerhaft gespeichert. Wird in dem einen oder anderen Ausführungsbeispiel mit einem flüchtigen Speicher gearbeitet, wird bei jedem Neustart des Fahrzeugs der Adoptionsvorgang wiederholt, wobei von vorgegebenen Startkorrekturwerten (vorzugsweise vom Wert 1) ausgegangen wird. Besonders vorteilhaft ist, daß bei der erfindungsgemäßen Vorgehensweise keinerlei Informationen vom Anhänger notwendig sind. Daher ist dieses Verfahren besonders vorteilhaft auch dann einsetzbar, wenn ein Zugfahrzeug mit unterschiedlichen Anhängern betrieben wird. Dabei ist es für die Durchführung des Verfahrens unerheblich, ob der Anhänger eine elektrisch geregelte Bremsanlage oder eine konventionelle pneumatische oder hydraulische Bremsanlage aufweist.

Besondere Vorteile weist das erfindungsgemäße Verfahren auf, da bei der Anpassung der Abbremsungskennlinien die achslastabhängige Verschiebung der Abbremsungskennlinie im Zugfahrzeug berücksichtigt werden kann. Dazu wird über einen entsprechenden Sensor bzw. Sensoren die Achslast im Zugfahrzeug erfaßt und entsprechend vorbestimmter Abhängigkeiten die Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs, die vorgegebene Abbremsungskennlinie, verändert. Entsprechend wird die Abbremsungskennlinie des Anhängers an die achslastabhängige vorgegebene Kennlinie angepaßt. Veränderungen von Reibwerten in der Bremsanlage des Zugfahrzeugs werden durch Korrektur der Abbremsungskennlinie des Anhängers berücksichtigt.

Als Bremssignal  $e$  werden je nach Ausgestaltung der Bremsanlage verschiedene physikalische Größen verwendet. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel stellt das elektrische Bremssignal  $e$  ein Maß für den Fahrerwunsch dar, welcher aus dem Betätigungsgrad bzw. der Betätigungs Kraft des Bremswertgebers 14 ermittelt wird. In anderen vorteilhaften Ausführungsbeispielen gibt die elektronische Steuereinheit 10 einen Sollbremsdruck oder ein Sollbremsmoment bzw. -kraft an den Anhänger ab, so daß dieser Sollwert das Bremssignal  $e$  bildet. Bei einem konventionell gebremsten Anhänger stellt das Bremssignal  $e$  den pneumatischen bzw. hydraulischen Druck des Betriebsbremsventils oder das über den Kupplungskopf 56 abgegebene pneumatische

Bremssignal dar. Bei elektrischen Bremsen kann das Bremssignal  $e$  ein den Radbremsen zugeführten Sollstrom sein.

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise wird in vor teilhafter Weise in Verbindung mit pneumatischen, hydraulischen oder elektrischen Bremsanlagen angewendet.

In den Fig. 3 und 4 wird anhand von Flußdiagrammen die Realisierung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise als Rechenprogramm im Mikrocomputer des elektronischen Steuergeräts 10 verdeutlicht. Grundprinzip der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist das Angleichen der Abbremsung von Anhängern an die Abbremsung von Zugfahrzeugen mittels eines Korrekturverfahrens, bei dem die erforderlichen Korrekturwerte adaptiv bestimmt werden. Dabei wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Steigung der Abbremsungskennlinie korrigiert, so daß die Abbremsungskennlinie des gesamten Zugfahrzeugs an die Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs angepaßt wird. Dazu wird die Solländerung der Abbremsung  $dz$  im Zugfahrzeug aus der Auslegungscharakteristik (Abbremsungszuordnung, -kennlinie) und den Achslastsignalen für jeden individuellen Lastzustand des Zugfahrzeugs bestimmt.

In Fig. 3 und 4 wird die erfindungsgemäße Vorgehensweise anhand des bevorzugten Ausführungsbeispiels einer druckgeregelten Bremsanlage dargestellt. In analoger Weise wird die erfindungsgemäße Vorgehensweise auch in Verbindung mit einer Regelung des Bremsmoments bzw. der Bremskraft ermittelt.

Nach Start des in Fig. 3 dargestellten Programmteils zu vorgegebenen Zeitpunkten wird im ersten Schritt 200 der Betätigungsgrad  $s$  bzw. die Betätigungs Kraft  $f$  des Bremswertgebers 14 sowie die Drücke  $p_{rad}$  in den einzelnen Radbremsen eingelesen. Danach wird im Schritt 202 das Bremssignal  $e$  auf der Basis des Betätigungsgrades  $s$  oder der Betätigungs Kraft  $f$  bestimmt. Dabei handelt es sich im bevorzugten Ausführungsbeispiel um Drucksollwerte, die auf der Basis angepaßter Kennlinien für jede Radbremse des Zugfahrzeugs sowie für die Bremsanlage des Anhängers bestimmt werden. Im darauffolgenden Schritt 204 wird der zum jeweiligen Betriebspunkt der Bremsanlage bestimmte Korrekturfaktor  $K$  auf der Basis des Bremssignals  $e$  sowie der Achslast  $L$  des Zugfahrzeugs aus gespeicherten, adaptiv bestimmten Kennlinien bzw. Kennfeldern oder Tabellen ausgelesen. Im darauffolgenden Schritt 206 wird das Bremssignal für den Anhänger auf der Basis des Bremssignals sowie des im Schritt 204 bestimmten Korrekturfaktors  $K$ , vorzugsweise durch Multiplikation, bestimmt und an den Anhänger übermittelt. Daraufhin wird im Schritt 208 auf der Basis des Bremssignals und der Drücke in den einzelnen Radbremsen die Druckregelung der Bremsanlage im Zugfahrzeug durchgeführt. Danach wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

Zur Bestimmung der Korrekturfaktoren ist der Programmteil nach Fig. 4 vorgesehen. Dieser wird bei Bremspedalbetätigung zu vorgegebenen Zeitpunkten gestartet. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß der Start des Programmteils nur nach einer vorgegebenen Stillstandszeit eingeleitet wird, da sich bei längerem Stillstand die Eigenschaften der Radbremsen verändert haben oder ein anderer Anhänger an das Zugfahrzeug angekoppelt wurde. Die Stillstandszeit wird dabei aus der Zeit, für die die Radgeschwindigkeiten gegebenfalls bei geöffnetem Zündschalter Null sind, ermittelt. In anderen vorteilhaften Ausführungs-

beispielen wird der Programmteil nur bei einer Betätigung des Bremspedals (positive zeitliche Ableitung des Betätigungssignals) und/oder einem Lösen des Bremspedals (negative zeitliche Ableitung) eingeleitet. Zur Bestimmung der Korrekturfaktoren wird im ersten Schritt 300 das Bremssignal  $e$  sowie die aus den Raddrehzahlen gebildete Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{Fzg}$  eingelesen. Daraufhin wird im Schritt 302 der Abbremsungssollwert  $z_{soll}$  auf der Basis des Bremssignals durch die vorgegebene Abbremsungskennlinie des Zugfahrzeugs, gegebenenfalls lastabhängig, bestimmt. Aus der Fahrzeuggeschwindigkeit, insbesondere durch Bildung der zeitlichen Ableitung, wird die Ist-Abbremsung  $z_{ist}$  des gesamten Zuges ermittelt (vgl. Schritt 304). Daraufhin wird im Schritt 306 aus dem aktuell ermittelten Abbremsungsvorgabewert und dem zu einem vorherigen Zeitpunkt ermittelten Sollvorgabewert die Abbremsungsänderung  $dz$  ermittelt. Entsprechend wird auf der Basis des ermittelten Ist-Abbremsungswerts und eines vorherigen Wertes der Ist-Abbremsung beim gleichen Bremsvorgang die tatsächliche Abbremsungsänderung  $dz_{ist}$  ermittelt. Daraufhin wird im Schritt 308 der für den aktuellen Betriebspunkt gültige Korrekturfaktor  $K$  auf der Basis der Soll-Abbremsung  $dz$  und der Istabbrem sung  $dz_{ist}$  gebildet. Dies erfolgt im bevorzugten Ausführungsbeispiel dadurch, daß der Korrekturfaktor  $K$  als Quotient der beiden Werte vorgegeben wird, da der Korrekturfaktor  $K$  bei der Bestimmung des Bremssignals für den Anhänger im Rahmen einer Multiplikation berücksichtigt wird. Dabei kann nicht nur wie in Fig. 2 dargestellt durch den Anhänger einer geringere Änderung der Abbremsung, sondern auch eine größere Änderung gegenüber der Sollvorgabe sich ergeben. In letzten Fall ist der Korrekturfaktor kleiner 1, im ersten Fall größer 1. Nach Bestimmung des bremssignal- und lastabhängigen Korrekturfaktors wird der Korrekturfaktor im Schritt 310 vorzugsweise dauerhaft gespeichert und der Programmteil beendet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur elektronischen Steuerung bzw. Regelung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, wobei ein mit einem Anhänger koppelbares Zugfahrzeug eine elektronisch geregelte bzw. gesteuerte Bremsanlage aufweist, auf der Basis des Fahrerbremswunsches ein Bremssignal ( $e$ ) ermittelt wird und vom Zugfahrzeug an den Anhänger ein Bremssignal übermittelt wird zur Betätigung dessen Bremsanlage, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsanlage des Anhängers derart gesteuert wird, daß der aus Zugfahrzeug und Anhänger bestehende Zug abhängig vom Bremssignal ( $e$ ) im wesentlichen eine vorgegebene Abbremsung aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Abbremsung durch die Abhängigkeit der Abbremsung vom Bremssignal des Zugfahrzeugs bestimmt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Abbremsung abhängig von der Achslast des Zugfahrzeugs und gegebenenfalls weitere Größen, den Zustand des Zugfahrzeugs und/oder der Straße vorgegeben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Bremsvorgangs durch Ermittlung der Abbremsung des gesamten Zuges und Vergleich mit der vorgegebenen Abbremsung des Zugfahrzeugs ein Korrekturfaktor für die Brem-

- sensteuerung des Anhängers gebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Korrekturwert bei der Bestimmung des Bremssignals für den Anhänger berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der die Abhängigkeit der Abbremsung vom Bremssignal darstellenden Abbremsungskennlinie des Anhängers verändert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwerte abhängig vom Bremssignal, gegebenenfalls der Achslast des Zugfahrzeugs und/oder der weiteren Größen als Kennlinie bzw. Kennfeld gespeichert sind.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremssignal ein elektrisches Bremssignal, wie der Bremswunsch, ein Drucksollwert, ein Bremsmomenten- oder -kraftsollwert oder ein pneumatisches oder hydraulisches Bremssignal, wie der vom Betriebs- bremsventil dem Anhänger zugeführte Bremsdruck, ist.
9. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des oder der Korrekturwerte nach einer vorgegebenen, längeren Stillstandszeit des Zugfahrzeugs und/oder des Anhängers vorgenommen wird.
10. Vorrichtung zur elektronischen Regelung bzw. Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, mit einer elektronischen Steuereinheit (10) eines mit einem Anhänger koppelbaren Zugfahrzeugs, welches mit einer elektronisch regelbaren bzw. steuerbaren Bremsanlage ausgerüstet ist, das elektronische Steuergerät Mittel umfaßt, welche während eines Bremsvorgangs Kennwerte zur Korrektur der Steuerung der Bremsanlage ermitteln, wobei ein Bremssignal (e) ermittelt wird und zur Steuerung der Bremsanlage des Anhängers an diesen übermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät Mittel umfaßt, welche die Abhängigkeit der Abbremsung des aus Zugfahrzeug und Anhänger gebildeten Zuges vom Bremssignal an eine vorgegebene Abhängigkeit anpassen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer konventionellen Bremsanlage des Anhängers das vom Zugfahrzeug an den Anhänger übermittelte pneumatische oder hydraulische Bremssignal durch eine Druckregelung in Sinne einer Anpassung der Abbremsung des Anhängers an das Zugfahrzeug korrigiert wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

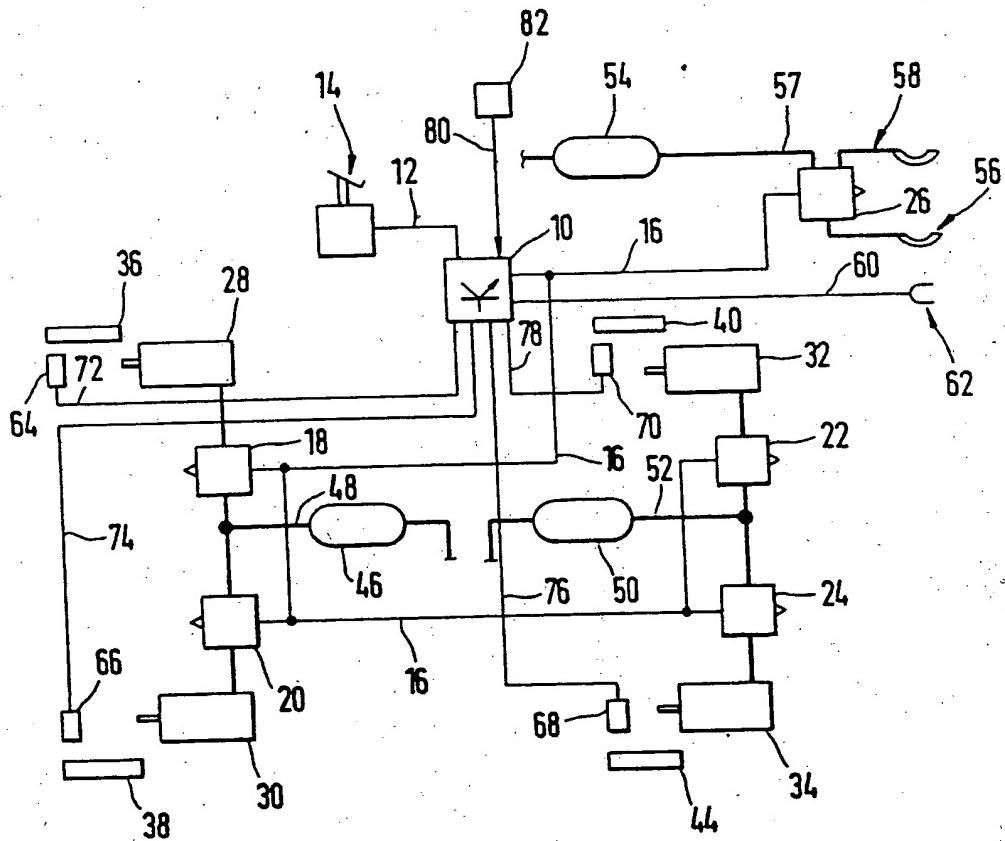
---

55

60

65

**- Leerseite -**



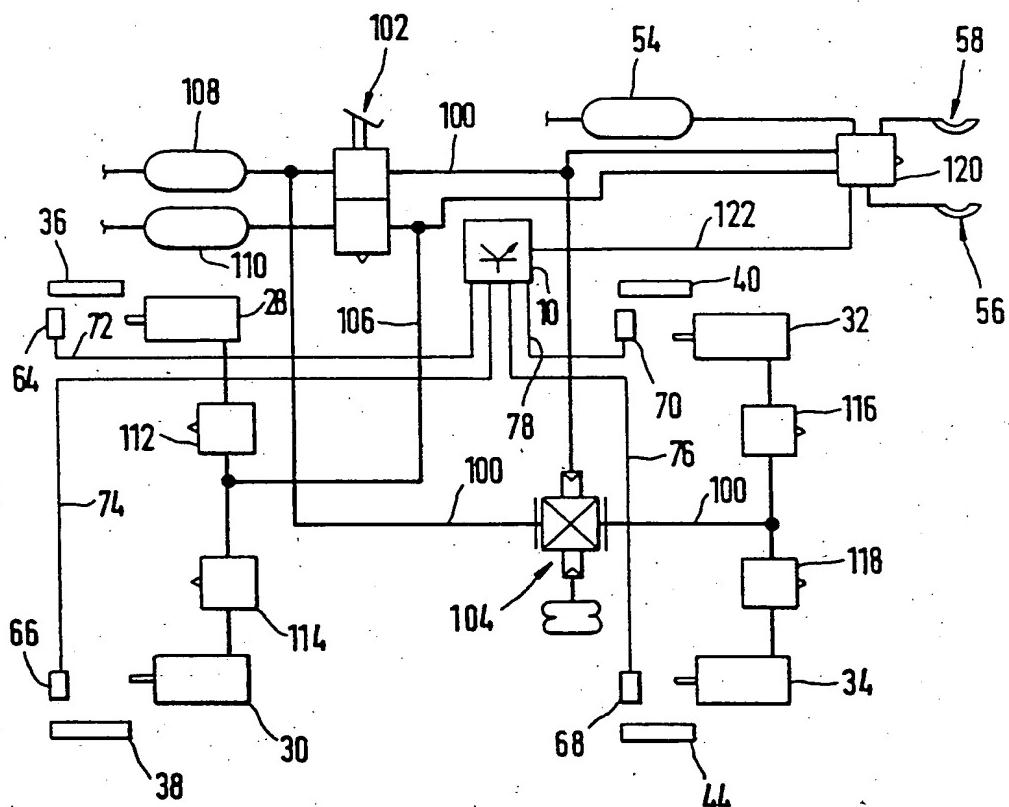


Fig.1b

Fig. 2a

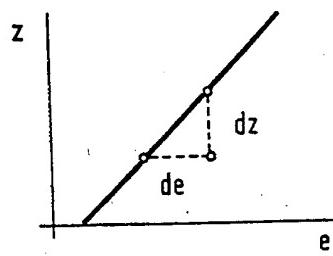


Fig. 2b

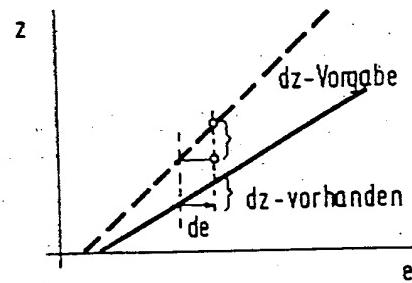


Fig. 2c

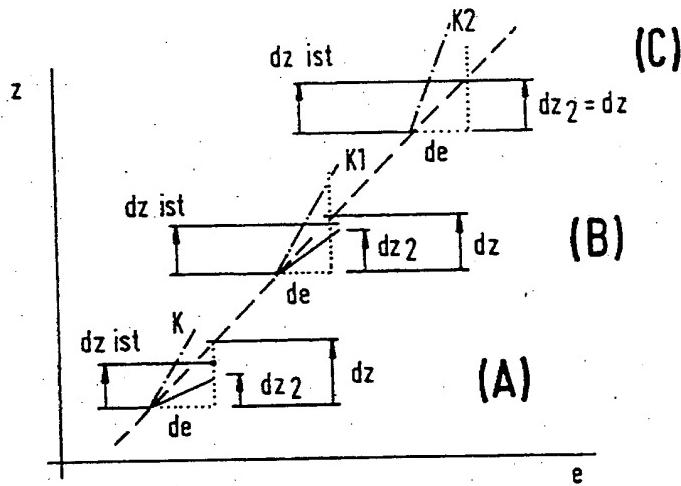


Fig. 2d

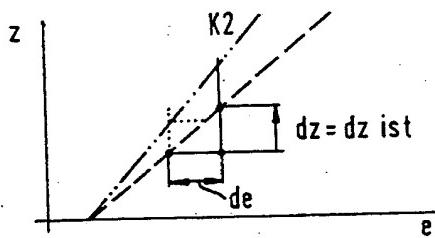


Fig.3

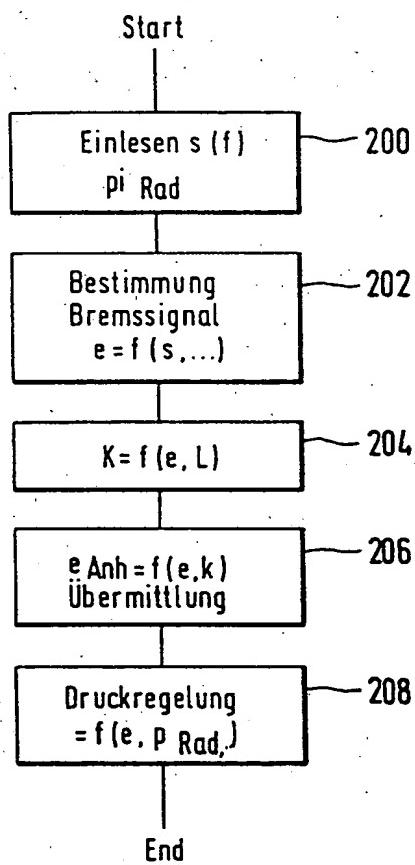


Fig.4

